动 物 学 研 究 2002, Aug. 23 (4): 301 ~ 305 CN 53 - 1040/Q ISSN 0254 - 5853
Zoological Research

秦岭太白山北坡蝗虫的群落结构

刘缠民[1], 廉振民[2]
(1. 徐州师范大学 生物系, 江苏 徐州 221116; 2. 陕西师范大学 生命科学学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 在秦岭太白山北坡 23 个样地内采集到蝗虫 2 总科 7 科 25 属 34 种。应用数量分类、多样性指数及相似性分析方法对太白山北坡蝗虫群落垂直分布样方资料进行了分析。应用数量分类法可将蝗虫群落按植被类型分为 8 种, 即农耕带、栓皮栎林带、锐齿栎林带、辽东栎林带、桦木林带、冷杉林带、落叶松林带、高山草甸带。太白山蝗虫群落垂直分布规律明显。其中高海拔(如高山草甸带)的蝗虫种类数和多样性明显低于中低海拔, 中低海拔(锐齿栎林带)蝗虫种类和多样性指数最大。但低海拔的农耕带人为干扰大, 植被较单一, 蝗虫优势种的优势度大, 蝗虫密度大, 而种类数较少。

关键词: 太白山北坡; 蝗虫群落; 物种多样性
中图分类号: Q969.265.1 **文献标识码**: A **文章编号**: 0254 - 5853(2002)04 - 0301 - 05

Grasshopper Community Structure on the Northern Slope of Taibai Mountain of Qinling

LIU Chan-min[1], LIAN Zhen-min[2]
(1. *Department of Biology*, *Xuzhou Normal University*, *Xuzhou Jangsu* 221116, *China*;
2. *College of Life Sciences*, *Shaanxi Normal University*, *Xi'an* 710062, *China*)

Abstract: There were 34 species of grasshoppers that were collected from 23 samples on the northern slope of Taibai Mountain of Qinling, they belonged to 2 superfamilies, 7 families, 25 genuses. The grasshopper communities were analysed using quantity classification, diversity indexes and similarity coefficients methods. Using quantity classification method, the grasshopper communities can be divided into 8 types: farmland, *Quercus variabilies* forest, *Q. aliena* var. *acuteserrata* forest, *Liaotungensis* forest, *Betula* forest, *Abies* forest, *Larix* forest, and alpine meadow. The changing law of grasshopper distribution was obvious. The species and diversity indexes of grasshopper communities in high elevation mountain belt (alpine meadow) were lower than those in middle-low elevation mountain belt. The species and diversity indexes of grasshopper communities in middle-low elevation mountain belt (*Q. aliena* var. *acuteserrata* forest belt) were highest. But in farmland of low elevation mountain, for simple vegetation and human disturbance, the density and dominant indexes of grasshopper communities were higher than those in middle-low elevation mountain belt, and the species of grasshoppers were less.

Key words: Northern slope of Taibai Mountain; Grasshopper community; Species diversity

太白山是秦岭山脉主峰,也是区分古北界与东洋界的一个重要地区,位于东经 107°41′3″ ~ 10°51′40″,北纬 33°49′31″ ~ 34°08′11″,海拔高度 3 767 m,相对高度差 3 000 m 以上。植被随地势升高而呈规律性变化,气候由山底暖温带至山顶亚寒带依次变化。其北坡坡度较大,植被分带明显,生物资源丰富。郑哲民和梁铬球(1963)、郑哲民(1974)、廉振民和梁沛(1999)曾经对该地区的蝗虫的分布和区系进行过研究,但未对不同海拔高度的蝗虫群落结构进行数量分类及群落结构分析。我们运用多样性指数、数量分类及相似性分析方法对蝗虫群落进行研究,以期较客观的反映其群落结构特征。

收稿日期: 2002 - 01 - 30; 接受日期: 2002 - 04 - 09
基金项目: 中国科学院特别支持项目; 江苏省教育厅基金资助项目 (401); 徐州师范大学科研基金资助项目 (00BXL009)
1. E-mail: lcm9009@eyou.com

1 方 法

1.1 调查地点

在1998~1999年及2001年7~8月，分3次对太白山蝗虫进行了调查。选取不同海拔高度且代表本海拔植被特征生境的连续系列地点作为蝗虫群落的调查样地，样地植被及海拔高度等生境状况列于表1。

1.2 取样方法

采用"Z"字型小面积网捕取样法，在各主要样地的草地上取样。每一样地取样3次，每一样方面积为1 m^2，每样地取样面积为150 m^2。海拔每升高约100 m，取样1次；每一海拔高度取样方50个，面积为50 m^2。记录并鉴定样方中的蝗虫种类和数量，并结合大面积扫网进行种类调查，对取样结果进行蝗虫种类补充，同时记录取样地点的主要地名、植被和海拔高度等生境状况。

1.3 数据处理

1.3.1 蝗虫群落数量分类方法　按照高琼（1990）的方法，根据取样结果建立原始数据矩阵，计算出模糊等价矩阵R后，按 r_{ij} 大小排成递减数列 $\{R\}$，再转化成邻差数列 $\{D\}$，由大到小取 $\{D\}$ 中的元素 d_i，并在 $\{R\}$ 中找到对应的元素 r_i，以 r_i 为各级的截取水平。选定位于等价矩阵模糊关系变化较大的数据之间作为截取水平。根据数量分类划分的结果，参照相应海拔的植被，给各蝗虫群落命名。

1.3.2 群落指数　按照张骏等（1996）的方法，球型种类丰富度用种类数 S 表示；每个样品平均种类丰富度 $Sa = \sum Si/M$；相对稀有种类数 $R = 100 \times Sr/S$；Shannon-Wiener 多样性指数 $H = -\sum Pi\ln Pi$；Pielou 均匀性指数 $E = H/\ln S$；Simpson 优势度指数 $C = \sum (Pi)^2$。其中，S 为该样方中蝗虫种类数，Si 表示每个样方采到的蝗虫种类数，M 为样方数，Sr 表示未达到总数量5%的种类，Pi 为某种个体数占总个体数之比。

1.3.3 群落相似性系数　采用 Jaccard 定性相似系数及 Soransen 定量相似系数。定性相似系数公式 $q = c/(a+b-c)$；定量相似系数公式 $Rb = 2Jn/(aN + bN)\cdot(aN \times bN)$。其中，$c$ 表示A、B群落共有的种类，a、b 分别表示A、B群落种类数。Jn 表示A、B群落共有的种类中较小定量值之和，aN、bN 分别表示A、B群落中全部种类定量值之和。

2 结果与分析

2.1 科、属、种的组成变化

表1 太白山北坡蝗虫群落研究样地的海拔和植被

Table 1 The altitude and vegetation of the sample plots for the grasshopper community study on the north slope of the Taibai Mountain

编号 Number	地点 Region	海拔 Altitude (m)	植被 Vegetation	编号 Number	地点 Region	海拔 Altitude (m)	植被 Vegetation
1	眉县 Mei County	601	农田 Farmland	13	红桦坪 Honghuaping	2 300	桦木林 *Betula* forest
2	营头 Yingtou	698	农田 Farmland	14	五台 Wutai	2 487	桦木林 *Betula* forest
3	汤峪 Tangyu	664	农田及片段林地 Farmland and fragmented forest	15	望乡石 Wangxiangshi	2 516	桦木林 *Betula* forest
4	太白山门 Taibaishanmen	689	片断林地及农田 Fragmented forest and farmland	16	斗母宫 Doumugong	2 642	冷杉林 *Abies* forest
5	索道站 Cableway station	700	栓皮栎为主的杂木林 *Quercus variabilies* and others forest	17	平安寺 Pingan temple	2 820	冷杉林 *Abies* forest
6	黑虎关 Heihuguan	967	栓皮栎林 *Quercus variabilies* forest	18	放羊寺 Fangyang temple	2 950	冷杉林 *Abies* forest
7	篙苹寺 Gaoping temple	1 060	栓皮栎林 *Q. variabilies* forest	19	下板寺 Xiaban temple	2 900	冷杉林 *Abies* forest
8	中山寺 Zhongshan temple	1 243	栎属混交林 *Quercus* forest	20	上板寺 Shangban temple	3 200	落叶松林 *Larix* forest
9	下白云 Xiabaiyun	1 482	锐齿栎林 *Q. aliena* var. *acuteserrata* forest	21	文公庙 Wengong temple	3 268	落叶松林 *Larix* forest
10	上白云 Shangbaiyun	1 670	锐齿栎林 *Q. aliena* var. *acuteserrata* forest	22	大爷海 Dayihai	3 590	高山草甸 Alpine meadow
11	骆驼树 Luotuoshu	2 024	辽东栎林 *Q. liaotungensis* forest	23	拔仙台 Baxiantai	3 767	高山草甸 Alpine meadow
12	大殿 Dadian	2 190	辽东栎林 *Q. liaotungensis* forest				

在23个样地内采集到蝗虫2总科7科25属34种。其中蚱科3种，癞蝗科1种，锥头蝗科2种，斑腿蝗科11种，剑角蝗科3种，网翅蝗科6种，斑翅蝗科8种。日本蚱[*Tetrix japonica* (Bol.)]、长翅长背蚱(*Paratettix uvarovi* Semenov)、小稻蝗[*Oxya hyla intricata* (Stal)]和短星翅蝗(*Calliptamus abbreviatus* Ikonn)在海拔2 000 m下均有分布。中华皱蝗(*Chorthippus chinensis* Tarb.)、疣蝗[*Trilophidia annulata* (Thunberg)]在3 000 m海拔下均有分布。蝗虫在太白山北坡垂直带的分布情况列于表2。

2.2 数量分类结果

根据模糊聚类等价矩阵，选取0.9327、0.8645、0.8123、0.7783、0.7312、0.6217、0.6074 7个截取水平，可将太白山蝗虫群落划分为8种类型，其结果与廉振民和梁沛(1997)基本相同。主要指标特征如表3。由表3可见，太白山北坡蝗虫群落结构有一定的规律。在低海拔的农耕带物种数较少；随海拔升高，物种数增加；随海拔再度升高，物种数又逐渐减少。密度则随海拔升高而降低。在高山草甸带，种群密度又略有增加。

各垂直带的蝗虫优势种也有差异，农耕带的优势种为中华蚱蜢和短星翅蝗；栓皮栎林带为中华蚱蜢和小稻蝗；锐齿栎林带为中华蚱蜢；辽东栎林带为中华皱蝗；桦木林带为华阴腹露蝗和峨眉腹露蝗；冷杉林带优势种不明显；落叶松林带和高山草甸带均为橄榄秦岭蝗。

2.3 群落特征指数

蝗虫群落总体特征指数如表4。多样性指数、

表2　太白山北坡垂直带蝗虫群落的分布

Table 2　Distribution of the grasshopper communities on the north slope at different elevation of the Taibai Mountain

种类 Spcieces	A	B	C	D	E	F	G	F
秦岭台蚱 *Formosatettix qinlingensis* Zheng	-	-	+	+	-	-	-	-
日本蚱 *Tetrix japonica* (Bol.)	+	+	+	+	-	-	-	-
长翅长背蚱 *Paratettix uvarovi* Semenov	+	+	+	-	-	-	-	-
笨蝗 *Haplotropis brunneriana* Sauss	+	+	+	-	-	-	-	-
短额负蝗 *Atractomorpha sinensis* Bol.	+	+	+	+	-	-	-	-
柳枝负蝗 *A. psittacina* (De Haan)	-	+	+	+	-	-	-	-
小稻蝗 *Oxya hyla intricata* (Stal)	+	+	+	+	-	-	-	-
中华稻蝗 *O. chinensis* (Thunberg)	+	+	-	-	-	-	-	-
无齿稻蝗 *O. abentata* Willemse	-	+	+	+	-	-	-	-
峨眉腹露蝗 *Fruhstorferiola omei* (Rehn *et* Rehn)	-	-	+	+	+	-	-	-
华阴腹露蝗 *F. huayinensis* Bi *et* Xia	-	+	+	+	-	-	-	-
太白秦岭蝗 *Qinlingacris taibaiensis* Yin *et* Chou	-	-	-	-	+	+	+	-
橄榄秦岭蝗 *Q. elaeodes* Yin *et* Chou	-	-	-	-	-	+	+	+
秦岭小蹦蝗 *Pedopodisma tsinlingensis* (Cheng)	-	+	+	+	+	-	-	-
长翅素木蝗 *Shirakiacris shirakii* (I. Bol.)	-	+	+	+	+	-	-	-
云贵素木蝗 *S. yunkweiensis* (Cheng)	-	+	+	-	-	-	-	-
短星翅蝗 *Calliptamus abbreviatus* Ikonn	+	+	+	+	-	-	-	-
隆额网翅蝗 *Arcyptera coreana* Shir.	+	+	-	-	-	-	-	-
中华雏蝗 *Chorthippus chinensis* Tarb.	+	+	+	+	+	+	-	-
楼观雏蝗 *C. louguanensis* Cheng *et* Tu	-	+	+	-	-	-	-	-
东方雏蝗 *C. intermedius* (B. - Bienko)	-	-	+	+	+	+	-	-
素色异爪蝗 *Euchorthippus unicolor* (Ikonn.)	-	+	+	+	+	-	-	-
青脊竹蝗 *Ceracris nigricorisr* Walk.	-	-	+	-	-	-	-	-
轮纹异痂蝗 *Bryodemella tuberoulatum dilutum* (Stoll)	+	+	+	-	-	-	-	-
红胫小车蝗 *Oedaleus manjius* Chang	+	+	+	+	-	-	-	-
黄胫小车蝗 *O. infernalis* Saussure	+	+	+	-	-	-	-	-
赤翅蝗 *Celes skalozubovi* Adel.	-	+	+	-	-	-	-	-
疣蝗 *Trilophidia annulata* (Thunberg)	+	+	+	+	+	+	-	-
秦岭束颈蝗 *Sphingonotus tsinlingensis* Cheng ets	-	+	+	+	-	-	-	-
东亚飞蝗 *Locusta migratoria manilensis* (May.)	-	+	+	+	-	-	-	-
云斑车蝗 *Gastrimargus marmoratus* (Thunb.)	-	+	+	+	+	-	-	-
中华蚱蜢 *Acrida cinerea* Thunberg	+	+	+	+	-	-	-	-
二色戛蝗 *Gonista bicolor* de Haan	-	+	+	-	-	-	-	-
异翅鸣蝗 *Mongolotettix anomopterus* (Caud.)	-	+	+	+	+	+	-	-

+有分布 (Present); -无分布 (Absent); A: 农耕带 (Farmland); B: 栓皮栎林带 (*Quercus variabilies* forest); C: 锐齿栎林带 (*Q. aliena* var. *acuteserrata* forest); D: 辽东栎林带 (*Q. liaotungensis* forest); E: 桦木林带 (*Betula* forest); F: 冷杉林带 (*Abies* forest); G: 落叶松带 (*Larix* forest); H: 高山草甸带 (Alpine meadow)。

均匀度指数相对较大，优势度低。样方平均种类丰富度为1.17，即每 m^2 样方中平均只有1～2种蝗虫；相对稀有种类数仅占11.77%。这与野外采集情况接近，大多数蝗虫种类均易于采到。

2.4 群落多样性指数

垂直带蝗虫群落的多样性、均匀性、优势度见表5。由表5可见，海拔1 800 m以上的林带多样性指数明显低于1 300～1 800 m。其中锐齿栎林带最高；高山草甸带最低，落叶松次之。农耕带多样性指数相对较低。均匀性指数趋势与多样性指数基本相同。优势度指数以高山草甸和落叶松林带高，锐齿栎林带最低，正好与多样性及均匀性指数相反。

2.5 不同垂直带群落相似性

根据蝗虫在不同垂直带中的分布，计算出的定性和定量相似性系数，结果如表6。由表6可见，两种相似性系数有着相同的变化趋势。根据Jaccard定性相似性系数原理，当为0.00～0.25时，为极不相似；当为0.25～0.50时，为中等不相似；当为0.50～0.75时，为中等相似；当为0.75～1.00时，为极相似。因此，栓皮栎林与锐齿栎林、辽东栎林与锐齿栎林为极相似；栓皮栎和锐齿栎林与农耕带、辽东栎林与栓皮栎林、冷杉林与桦木林、高山草甸与落叶松林为中等相似，其他均是中等不相似或极不相似。

定量与定性相似性系数的数值不同，说明定性相似系数主要受群落种类数的影响，而定量相似系数不仅受群落种类数的影响，还要受到各物种数量的影响。

表3 太白山北坡垂直带蝗虫群落的几项重要指标

Table 3 Several important indices of the grasshopper communities on the north slope at different elevation of the Taibai Mountain

植被分带 Vegetation belt	海拔 Altitude (m)	物种数 Species number	个体总数 Individual sum	密度 Density (m^2)	编号 Number
A	<700	16	648	3.24	1, 2, 3, 4
B	700～1 300	26	586	2.93	5, 6, 7, 8
C	1 300～1 800	30	243	2.43	9, 10
D	1 800～2 300	19	211	2.11	11, 12
E	2 300～2 600	10	291	1.94	13, 14, 15
F	2 600～3 200	7	228	1.52	16, 17, 18, 19
G	3 200～3 500	2	121	1.21	20, 21
H	3 500～3 667	1	254	2.54	22, 23

A～H同表2 (A－H see Table 2)。

表4 太白山北坡蝗虫群落多样性指数

Table 4 Diversity indices of the grasshopper communities on the north slope of the Taibai Mountain

项目 Item	数值 Quantity	项目 Item	数值 Quantity
样方数 Plot number	1 150	相对稀有种类数 Relative rare species (%)	11.7647
个体数 Individual number	2 582	多样性指数 Diversity index	3.2063
种类丰富度 Species abundance	34	均匀度指数 Evenness index	0.9427
平均种类丰富度 Average species abundance	1.17	优势度指数 Dominant index	0.0450

表5 太白山北坡垂直带蝗虫群落多样性

Table 5 Diversity indices of the grasshopper communities on the north slope at different elevation of the Taibai Mountain

植被分带 Vegetation belt	海拔 Altitude (m)	多样性指数 Diversity index	均匀性指数 Evenness index	优势度指数 Dominant index
A	<700	1.9501	0.7700	0.1814
B	700～1 300	2.7474	0.9171	0.0723
C	1 300～1 800	3.1267	0.9383	0.0492
D	1 800～2 300	2.5758	0.7730	0.1301
E	2 300～2 600	2.0318	0.8824	0.1486
F	2 600～3 200	1.3533	0.6955	0.2974
G	3 200～3 500	0.5270	0.7219	0.6633
H	3 500～3 667	0.0000	—	1.0000

A～H同表2 (A－H see Table 2)。

表6 太白山北坡垂直带蝗虫群落分布的相似性系数

Table 6 Similarity coefficients of the grasshopper communities on the north slope at different elevation of the Taibai Mountain

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1	0.612	0.532	0.447	0.216	0.182	0.000	0.000
B	0.536	1	0.824	0.625	0.331	0.162	0.000	0.000
C	0.406	0.813	1	0.753	0.401	0.198	0.000	0.000
D	0.296	0.548	0.667	1	0.567	0.214	0.000	0.000
E	0.087	0.226	0.290	0.429	1	0.545	0.164	0.000
F	0.100	0.094	0.121	0.174	0.417	1	0.411	0.205
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.286	1	0.628
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.500	1

A～H 同表2。右上三角表示定量相似系数；左下三角表示定性相似系数。

A－H as Table 2. Quantities in right upper triangle are quantitative similarity coefficients; quantities in lift lower triangle are qualitative similarity coefficients.

3 结论

数量分类模糊聚类截取水平法对于种类连续分布变化的群落分析有着其他方法不可比拟的优点。可根据群落各自特点，把连续分布变化的特征区分开来（高琼，1990）。运用这一方法对太白山北坡蝗虫垂直分布连续样方进行分析，其结果与蝗虫群落在不同海拔高度生境中的客观分布有极好的一致性，我们认为获得了较好的数量分类结果。再结合相似性系数、群落特征指数分析，更为客观地反映了群落特征及植被、人类干扰等对蝗虫的影响。

太白山蝗虫群落的垂直分布呈现明显的规律性，即随海拔高度和植被不同，蝗虫群落特征也随之变化。根据生境条件及蝗虫群落特征的不同，可将其大体分为两大类型：中低海拔的暖温至中温型蝗虫群落和高海拔的亚寒型蝗虫群落。其中，暖温至中温型蝗虫群落包括农耕带、栓皮栎林带、锐齿栎林带、辽东栎林带、桦木林带的蝗虫群落，亚寒型蝗虫群落包括冷杉林带、落叶松林带、高山草甸带的蝗虫群落。

太白山高海拔的蝗虫种类数和多样性明显低于中低海拔，说明能够在寒冷、大风、荫蔽潮湿生境中生存的蝗虫种类不多。中低海拔处气候温暖湿润，植被多样，光照充足，山坡草丛分布广泛，适合蝗虫生存，因而蝗虫种类和多样性指数较大。但农耕带人为干扰较大，植被较单一，蝗虫优势种的优势度大，蝗虫密度大，而种类数较少。

秦岭是古北界和东洋界的交汇点，太白山作为其主峰，气候变化多样，生态环境也较为复杂，蝗虫种类丰富，特有种类也很多，如太白秦岭蝗、橄榄秦岭蝗、秦岭小蹦蝗、楼观雏蝗、秦岭束颈蝗、华阴腹露蝗等都是本区的特有种类。

参考文献：

Gao Q. 1990. Direct cutting level determination of fuzzy clustering and its use in vegetation quantitative analysis[J]. *Acta Phytoecologica et Geobotanica Sinica*, **14**(3): 220－225.［高　琼. 1990. 直接模糊聚类的截取水平选择及其在植被数量分析中的应用. 植物生态学与地植物学学报，**14**(3)：220－225.］

Lian Z M, Liang P. 1999. Vertical distribution and fanna analysis of grasshoppers in Taibai mountain[J]. *Journal of Shaanxi Normal University* (*Natural Science*), **27**(1): 95－99.［廉振民，梁　沛. 1999. 太白山蝗虫的垂直分布及区系分析. 陕西师范大学学报（自然科学版），**27**(1)：95－99.］

Zhang J, Xie R D, Yin W Y. 1996. Study on diversity of Protura from Yunnan Province[J]. *Zool. Res.*, **17**(2): 139－146.［张　骏，谢荣栋，尹文英. 1996. 云南省原尾虫多样性的研究. 动物学研究，**17**(2)：139－146.］

Zheng Z M. 1974. Distribution of grasshoppers in Qinlin[J]. *Journal of Shaanxi Normal University* (*Natural Science*), **4**(1): 51－57.［郑哲民. 1974. 秦岭地区蝗虫的分布. 陕西师范大学学报(自然科学版)，**4**(1)：51－57.］

Zheng Z M, Liang G Q. 1963. Survey of grasshopper in Shaanxi[J]. *Acta Zoologica Sinica*, **15**(3): 461－470.［郑哲民，梁铬球. 1963. 陕西省蝗虫的初步调查报告. 动物学报，**15**(3)：461－470.］